

家庭作业 3：头灯

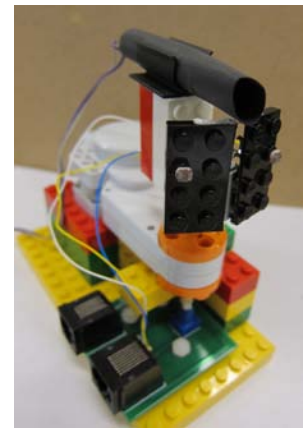
此作业包括以下所有问题第 8.4 周.x 在线导师。

你可以与其他学生在高层次上讨论这个问题，但你提交的所有内容都必须是你自己的作品。

1 介绍

这项作业延续了家庭作业 2 中的工作，即控制器控制电机，使机器人“头部”（如右图所示）转向灯光。你将使用来自[家庭作业 2](#)，因此请确保您手边有它。

这项家庭作业的目标是设计一个 *电子的* 控制头部马达寻找和跟踪光源的电路，使用光敏电阻眼睛作为光传感器。这就像第 4 部分（“给我光！”）[设计实验室 8](#)，其中您使用机器人大脑在所感应到的光和驱动信号之间提供反馈给电机。但与设计实验室 8 不同的是，您将在此家庭作业中设计的控制器将完全由电子元件（运算放大器和电阻器）制成，没有软件。



这样做的目的不仅仅是为了理解比例公平如何 trollers 可以用硬件实现；与在机器人脑中运行的软件相比，模拟电路的响应速度要快得多。作为参考，典型的现代运算放大器可以产生输出信号，该输出信号响应阶跃输入信号而变化，延迟小于 10 纳秒相比之下，机器人脑的时间尺度约为数十毫秒。

这项家庭作业主要分为两个部分。首先，您将设计和分析合适的光传感器电路。其次，您将根据家庭作业 2 的模型设计和分析控制电路。在设计实验室 9 期间，您将构建和测试实际电路。

1.1 设置和资源

我们使用 CMax 来布局和模拟电路设计。**确保您的设计仅由短水平或垂直电线组成，并且没有电线相互交叉**，因为这将使你的电路的构建和调试变得更加容易。

获取代码分布（在桌面/6.01/hw3/）。

2 传感器设计

你设计的光传感器 [设计实验室 7](#) 使用电阻分压器，其中每个分压器中的一个电阻是光敏电阻。它产生两个电压 V_L 和 V_R 其区别 $V_L - V_R$ 被用作头部电机比例控制器的传感器输入信号。

理想情况下，传感器信号应独立于整体光强度，如果光敏电阻是线性的，则设计实验室 7 的策略就没问题。然而，实际上，光敏电阻对光引线的响应的非线性会导致性能下降。

让我们首先概念化一个更好的方法。回想一下双向电机控制器 [设计实验室 8](#)，其中电位器用于为电机正极提供方向信号。想想如何配置一对光敏电阻来提供传感器电压信号 V_s 。（使用作业 2 中的术语），类似于电位计。请记住，光敏电阻的电阻值与入射到其上的光的强度成反比。

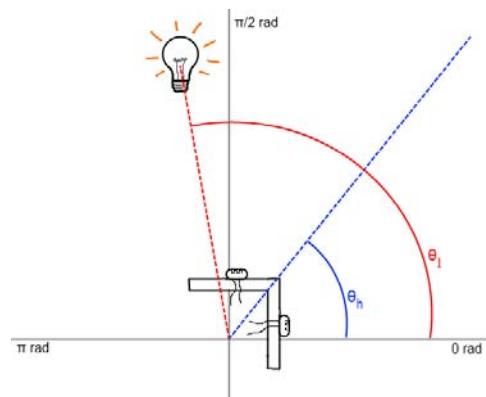
步骤 1. 设计一个由光敏电阻组成的分压器，当左侧光敏电阻上的光相对于右侧光上升时，其输出电压上升。

第 8.4.1 周

上传传感器电路图的草图。描述该分压器产生的电压值范围。最小值和最大值是多少？当头部直视光源时会产生多少电压（假设光敏电阻相同）？当头部逆时针转动时，电压如何变化，从而使右眼更亮？当头部顺时针转动时，电压如何变化？

回想一下作业 2 中提到的，对于固定在某个角度 θ 的光源 s ，传感器电压信号 V_s 提供相对于头部的方向的测量， $V_s = \kappa_s(\theta_s - \theta_{\text{时}})$ ，如上图所示。“增益”因子 κ_s 以伏特/弧度为单位。对于实验室中使用的机器人头部的实际光敏电阻， κ_s

必须单独表征。在 CMax 模拟中， κ_s 就在附近 2.5。



3 光导控制器

现在让我们设计和建模一个模拟控制器，该控制器转动头部电机来寻找和跟踪光源。该控制器应提供四个所需的属性：

- **快速地：**头部应尽快与光线对齐。
- **稳定的：**头部不应晃动。
- **制服：**头部的行为应该几乎与光线的亮度以及光线与头部的距离无关。
- **准确的：**头部应准确地指向灯光。

思考设计时需要牢记以下几个关键点：

- 运算放大器不能产生超出供电电压范围（在我们的例子中是 0V 到 10V）的电压值。
- 思考家庭作业2中的分析以及对增益选择的限制。

使用刚刚设计的光传感器电路，并遵循控制器的想法**设计实验室 8**设计一个带有运算放大器和电阻器的电路， v_s 作为输入，并产生一个电压（M+或者M-端子）作为电机的输出，以驱动头部朝向光源。这应该是一个比例控制器，其特点是增益参数 K 。

第 2 步。 根据你发现的光传感器产生的电压范围，当头部直接指向光时，控制器应该输出什么电压？我们可以使用课程笔记中介绍的简单反相或非反相放大器来实现控制电路吗？做一下导师的问题，了解如何解决这个问题。

第 8.4.2 周

你的电路设计必须具有双向行为：电机必须能够双向转动。本辅导问题将帮助你思考电压范围以及引入不同于1。

步骤3。 一般来说，我们需要知道电路中可能需要的增益值，以便选择放大器电路。我们可以使用来自**家庭作业 2**假设我们知道模型中的所有参数，那么就可以选择合适的增益值。事实上，我们测量 r_m 在设计实验室 8 中，我们知道 K_m , k_b 和 T 。然而，我们还不知道 K_s 并且由于光敏电阻的差异，不同磁头之间的光密度也可能存在差异。

第 8.4.3 周

使用家庭作业 2 中的系统功能模型来选择好的 K 一系列不同的值 v_s 值。

步骤4. 设计一个可以处理您可能需要实现的增益范围的控制器电路。

步骤5。 使用 CMax 布局**完全**的您上面设计的电路。它应该包括光传感器、控制器和与电机的连接。仔细考虑如何将传感器电路连接到控制器电路以及如何将控制器连接到电机。您应该使用机器人连接器来提供电源和接地，并使用头部的电机而不是单独的电机连接器。

运行眼舵机增益为 0.5、2、3 和 5 的模拟。并保存结果图（共有 8 个图）。

第 8.4.4 周

上传您的电路图并粘贴您的 CMax 电路代码。解释您的设计选择和模拟结果。

保留你的电路图、CMax 电路图片和模拟结果以供下次面试使用。